

PARTIAL ENGLISH TRANSLATION OF JAPANESE LAID-OPEN PATENT
2000-268191

WHAT IS CLAIMED IS:

5

1. A hidden surface processing method for a plurality of objects represented by three-dimensional (X, Y, Z) coordinates, wherein

each of three-dimensional areas representing
10 respectively each of the plurality of objects is acquired, and wherein

when the plurality of three-dimensional areas overlap each other three-dimensionally, a display image is formed by comparing the Z-coordinate values of pixels of the
15 plurality of objects contained in the overlapping portions.

2. The hidden surface processing method according to claim 1, wherein

the three-dimensional areas includes valid polygons
20 having surfaces facing toward front side against the viewpoint among a plurality of polygons constituting the objects, and are the smallest cubes each having six (6) surfaces respectively parallel to any of the X-Y plane, the Y-Z plane and the X-Z plane.

25

3. The hidden surface processing method according to claim 2, wherein

the smallest cubes are cuboids represented by the maximum and the minimum of the X, Y and Z coordinates of each of the objects.

5 4. The hidden surface processing method according to claim 1, 2 or 3, wherein each of the three-dimensional overlapping portions between the plurality of three-dimensional areas is divided into a plurality of sub-areas and comparisons between Z-coordinate values are
10 executed for each of the sub-areas.

5. The hidden surface processing method according to claim 4, wherein after each polygon of which the summits are contained in each of the sub-areas has been newly defined
15 based on data of polygons contained in the plurality of sub-areas, a display image within each of the sub-areas is formed using the newly defined polygons.

6. A hidden surface processing apparatus comprising a
20 memory for storing data of three-dimensional objects, a Z-buffer for storing the Z-coordinate values of the objects, a frame memory for storing display data to be display on a display apparatus, a processing circuit for executing hidden-surface processing of data of the objects, and a
25 control unit for controlling the processing circuit, wherein

the processing circuit includes at least:

means for acquiring the representative values of X, Y and Z coordinates representing the object from the coordinates of the summits of the plurality of polygons constituting the object;

5 means for determining the position relations between the objects by comparing the acquired representative values of the X, Y and Z coordinates of each of the objects; and

means for executing hidden surface processing using the Z-buffer method when overlapping of the representative
10 values in the coordinates in all the three directions of X, Y and Z is detected by the means for determining the position relations, and for executing hidden surface processing by over-drawing when no such overlapping is detected.

15

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-268191

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

G06T 15/40

(21)Application number : 11-072500

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.03.1999

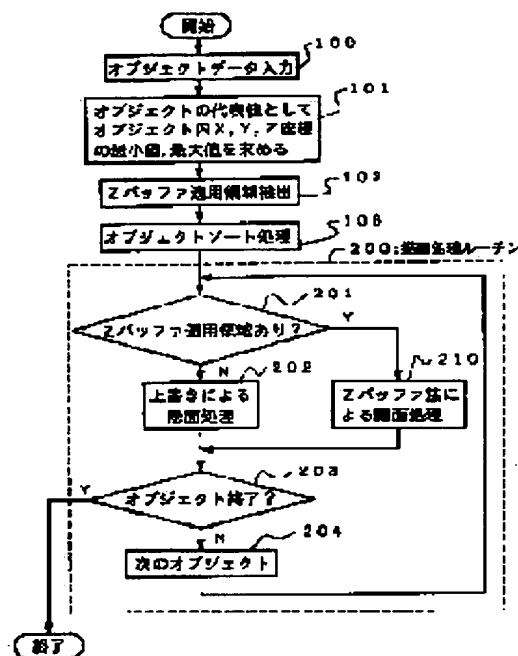
(72)Inventor : NAKASE JUNKO
WATANABE HIROMI
NAKAMOTO TAKASHI

(54) IMPLICIT-SURFACE PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an implicit-surface processing method capable of executing an exact implicit-surface processing with less processing quantity in a three-dimensional graphics processing.

SOLUTION: Representative values of X, Y, Z coordinates to represent objects are calculated from apex coordinates of plural polygons to constitute the objects (100), position relation between respective objects is fixed by comparing the representative values of the X, Y, Z coordinates of respective obtained objects and a Z buffer application area is extracted (102). When overlap of the representative values is detected in all of three directions as X, Y, Z, the implicit-surface processing (210) is performed by a Z buffer method and when no overlap is detected, the implicit-surface processing (202) by overwriting is performed. Thus, the area in which a Z buffer is used is reduced to the absolute minimum, comparison between values of Z coordinates and an update processing by using the Z buffer is reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's
decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-268191
(P2000-268191A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl.
G 0 6 T 15/40

識別記号

F I
G 0 6 F 15/72

テーマコード(参考)
4 2 0 5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-72500

(22) 出願日 平成11年3月17日 (1999.3.17)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72) 発明者 中瀬 純子
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所システムL S I 開発セン
タ内
(72) 発明者 渡辺 浩巳
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所システムL S I 開発セン
タ内
(74) 代理人 100061893
弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

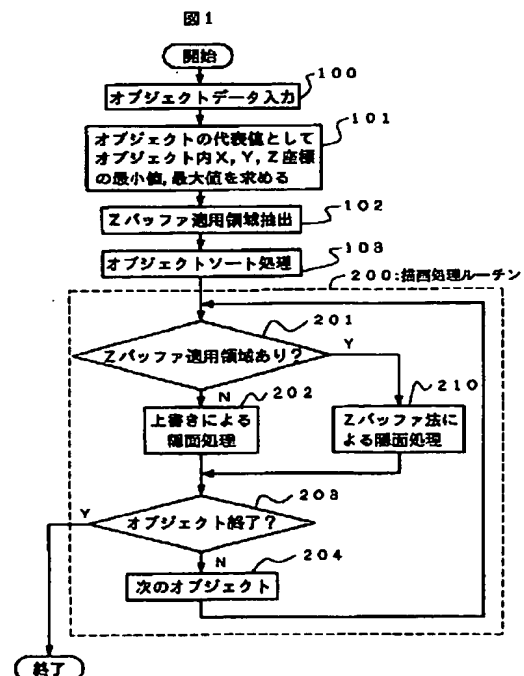
(54) 【発明の名称】 隠面処理方法

(57) 【要約】

【課題】 3次元グラフィックス処理において正確な隠面処理を、少ない処理量で実行可能な隠面処理方法を提供する。

【解決手段】 オブジェクトを構成する複数のポリゴンの頂点座標から、オブジェクトを代表するX、Y、Z座標の代表値を求め (100)、得られた各オブジェクトのX、Y、Z座標の代表値を比較することにより、各オブジェクト間の位置関係を確定してZバッファ適用領域を抽出する (102)。X、Y、Zの全3方向で座標の代表値の重なりが検出された場合にZバッファ法により隠面処理 (210) を行い、検出されない場合に上書きによる隠面処理 (202) を行う。

【効果】 Zバッファを用いる領域を必要最小限にでき、Zバッファを用いてのZ座標値比較及び更新処理を低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 X、Y、Zの3次元座標により表現した複数のオブジェクトの隠面処理方法であって、前記複数のオブジェクトを代表する3次元領域をそれぞれ求め、前記複数の3次元領域同士が3次元で重なりを有する場合に、その重なりに含まれる前記複数のオブジェクトの画素のZ座標値を比較して表示画像を形成することを特徴とする隠面処理方法。

【請求項2】 上記3次元領域は、オブジェクトを構成する複数のポリゴンのうち面が視点に対して表向きの有効なポリゴンを包含し、かつ、6面の全てがXY平面、YZ平面、XZ平面のいずれかに平行な最小の直方体である請求項1記載の隠面処理方法。

【請求項3】 上記最小の直方体は、オブジェクトのX、Y、Z座標の各座標における最大値と最小値で表される直方体である請求項2記載の隠面処理方法。

【請求項4】 上記複数の3次元領域同士の3次元における重なり部分を複数の小領域に分割し、小領域毎にZ座標値の比較を行う請求項1～3のいずれか1項に記載の隠面処理方法。

【請求項5】 上記複数の小領域に含まれるポリゴンのデータに基づき、頂点が各小領域内に含まれるポリゴンを新たに定義したのち、その新たに定義したポリゴンを用いて小領域内の表示画像を形成する請求項4記載の隠面処理方法。

【請求項6】 3次元オブジェクトのデータを格納するメモリ、オブジェクトのZ座標値を記憶するZバッファ、ディスプレイ装置に表示する表示データを記憶するフレームメモリを有し、前記オブジェクトのデータの隠面処理をする処理回路と、この処理回路を制御する制御部とを備えた隠面処理装置において、オブジェクトを構成する複数のポリゴンの頂点の座標から、オブジェクトを代表するX、Y、Z座標の代表値を求める手段と、得られた各オブジェクトの上記X、Y、Z座標の代表値を比較することによって、各オブジェクト間の位置関係を確定する手段と、前記位置関係を確定する手段によりX、Y、Z方向の全3方向で座標の代表値の重なりが検出された場合にはZバッファ法を用いて隠面処理を行い、検出されない場合に上書きによる隠面処理を行う手段とを前記処理回路に少なくとも備えたことを特徴とする隠面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は3次元グラフィックス処理の隠面処理方法に係り、特に少ない処理量で効率よく実現可能な隠面処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、3次元グラフィックス処理において、オブジェクトの可視面領域、不可視領域を判定し、可視面領域のみを表示する隠面処理が行われている。こ

の隠面処理の方法としてはZバッファ法とZソート法が知られている。なお、本明細書では、3次元の物体のことをオブジェクト、オブジェクトを構成する多角形のことをポリゴンとよぶ。

【0003】 上記Zバッファ法は正確な隠面処理を行える反面、Zバッファ用のメモリ（以下、単にZバッファと称する）を必要とする上、Zバッファに対する書き込み、読み出しを行うため処理時間が大きい。一方、Zソート法は、Zバッファは不要であるが、ソート処理を行うための処理量が膨大であり、複雑な位置関係にあるオブジェクト間の隠面処理を正しく行えないという欠点がある。

【0004】 これに対して、Zバッファ法とZソート法を組み合わせることによって、正確な隠面処理を簡易に行う方法が、例えば、特開平9-305792号公報に開示されている。この隠面処理方法は、画面内の全ポリゴンに対してポリゴン単位でZソートを行い、次に視点に対して手前のポリゴンから順次所定量の範囲のポリゴンについてZバッファ法を適用するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述した隠面処理を簡易に行う従来例によれば、Zバッファ法を適用するポリゴンを選択するために、画面内の全ポリゴンのZ座標値比較によりポリゴンのソート処理を行う必要がある。このため、ポリゴン数が大きいときは処理量が膨大となる。また、Zバッファ用のメモリが必要であり、メモリ量が大きいという問題がある。

【0006】 そこで、本発明の目的は、正確な隠面処理を少ない処理量で実行可能な隠面処理方法を提供することである。

【0007】 また、本発明の他の目的は、少ないメモリ量のZバッファで実現可能な隠面処理方法を提供することである。

【0008】 また、上記隠面処理方法を用いた隠面処理装置を提供することも目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明に係る隠面処理方法は、オブジェクトを構成する複数のポリゴンの頂点の座標から、オブジェクトを代表するX、Y、Z座標の代表値を求め、得られた各オブジェクトの上記X、Y、Z座標の代表値を比較することによって、各オブジェクト間の位置関係を確定する。そして、前記位置関係を確定することによりX、Y、Z方向の全3方向で座標の代表値の重なりが検出された場合にはZバッファ法を用いて隠面処理を行い、検出されない場合に上書きによる隠面処理を行うというものである。

【0010】 上記隠面処理方法により、Zバッファ法を用いて隠面処理を行う領域（以下、Zバッファ適用領域と呼ぶ）を必要最小限にすることが可能となる。この結

果、Zバッファへの書き込み、Zバッファからの読み出し、Z座標値比較の処理を低減することができる。

【0011】したがって、上記隠面処理方法を用いた本発明に係る隠面処理装置はオブジェクトを構成する複数のポリゴンの頂点の座標から、オブジェクトを代表するX、Y、Z座標の代表値を求める手段と、得られた各オブジェクトの上記X、Y、Z座標の代表値を比較することによって、各オブジェクト間の位置関係を確定する手段と、前記位置関係を確定する手段によりX、Y、Z方向の全3方向で座標の代表値の重なりが検出された場合にはZバッファ法を用いて隠面処理を行い、検出されない場合を上書きによる隠面処理を行う手段とを少なくとも備えたことを特徴とするものである。

【0012】さらに、本発明に係る隠面処理方法はZバッファ適用領域を小領域に分割し、各小領域内に全頂点が含まれるポリゴンを新たに定義した後、この新たに定義したポリゴンを用いて前記隠面処理を行うようにしてもよい。この隠面処理方法により、Zバッファのサイズが画面サイズより小さい場合でも、各小領域毎に隠面処理を行うことが可能となる。

【0013】前記隠面処理装置に、Zバッファ適用領域を小領域に分割する手段と、各小領域内に全頂点が含まれるポリゴンを新たに定義する手段とを設け、この新たに定義したポリゴンを用いてZバッファ法による隠面処理を各小領域ごとに行って、各小領域内の表示画像を形成する手段をさらに備えれば好適である。

【0014】

【発明の実施の形態】次に、本発明に係る隠面処理方法の実施の形態につき、具体的な実施例を用いて添付図面を参照しながら以下詳細に説明する。なお、以下の説明では、ポリゴンは三角形形状のものであるとする。また、表示画像面の水平方向がX軸、垂直方向がY軸、奥行きがZ軸であるとして説明を行う。

【0015】<実施例1>本実施例は、各オブジェクトを包含する直方体を求め、得られた直方体間の位置関係により処理を異ならせる隠面処理方法である。具体的には、各オブジェクトを包含する直方体同士が、X、Y、Z方向の全3方向で重なりを持つ場合に、その重なり領域に含まれるポリゴンに対しZバッファ法を用いた隠面処理を行う。それ以外の場合には、視点に対して近いオブジェクトから近いオブジェクトの順に描画し、近いオブジェクトで遠いオブジェクトを上書きすることによって隠面処理を行う。なお、本実施例で扱うオブジェクトは3次元凸形状のオブジェクトであるとする。

【0016】図1に、本実施例の隠面処理方法の処理フローを示す。この処理フローを用いて、本隠面処理方法の概要を説明する。ここでは一画面内に、n個のオブジェクトがあるとす。

【0017】まず、ステップ100において、入力されたn個のオブジェクトデータが図2で後述するようにメ

モリ10に格納される。ここで入力されるオブジェクトのデータとは、各オブジェクトを構成するポリゴンのデータが記述されているものであり、後述するポリゴンリスト(図6(c)参照)に相当する。

【0018】次に、ステップ101において、入力された各オブジェクトデータに対し、各オブジェクトの代表値を求める。ここで代表値とは、各オブジェクト内X、Y、Z座標のそれぞれの最小値、最大値である。

【0019】次に、ステップ102において、この得られた代表値を用いて、Zバッファ法による処理が必要な領域(Zバッファ適用領域)を抽出し、Zバッファ適用領域リストに記述する。

【0020】さらに、ステップ103において、オブジェクトソート処理を行い、各オブジェクトを視点から遠い順に並べたオブジェクトリストを作成する。

【0021】次に、描画処理のルーチン200に移るが、オブジェクトの描画処理は上記オブジェクトリストに記述された順で行う。すなわち、視点から最も遠いオブジェクトから順に描画処理を開始する。

【0022】ステップ201において、まず視点から最も遠い、1番目に描画するオブジェクトにZバッファ適用領域が有るか無いかを判定する。

【0023】オブジェクトにZバッファ適用領域が有る場合にはステップ210に進み、Zバッファ法による隠面処理を行い、Zバッファ適用領域がない場合にはステップ202へ進み、上書きによる隠面処理を行い、オブジェクトを描画する。

【0024】ステップ203において、次に描画処理するオブジェクトの有無を判定する。ここでは1画面にn個のオブジェクトがあるとして説明しているので、ステップ204へ進み、次の2番目に遠いオブジェクトの描画処理に移り、上記と同様にステップ201と202又はステップ201と210の処理を行い、ステップ203を経由してステップ204に進み、次の3番目に遠いオブジェクトの描画処理に移る。このように描画処理ルーチンをn番目のオブジェクトまで繰り返し、ステップ203において処理するオブジェクトが無いと判定したら描画処理を終了する。以上が、本実施例の隠面処理方法の概略である。

【0025】なお、ステップ210のZバッファ法による隠面処理は、詳細に示せば図12のように表される。すなわち、ステップ201でオブジェクトがZバッファ適用領域ありの場合は、ステップ211において、更にオブジェクト内の処理中の画素がZバッファ適用領域外が否かを判定する。その画素がZバッファ適用領域外ではない場合、すなわち処理中の画素がZバッファ適用領域内の場合は、ステップ212へ進み、Zバッファ12を使用したZ値比較を行い、可視画素の場合のみフレームメモリ11へ書き込み、ステップ214へ進む。また、可視画素の場合は、更にZバッファ12のZ座標値

を、その処理中の画素のZ座標値に更新する。一方、ステップ211において、Zバッファ適用領域外の場合は、ステップ213へ進みフレームメモリ11へ上書きし、ステップ214へ進む。ステップ214において、その処理中のオブジェクト内の画素全部の処理が終了したか否かを判定し、全画素の処理をしていない場合は、ステップ211へ戻り、全画素の処理を終了した場合は、図1のステップ203へ進む。

【0026】図2は、本隠面処理方法を実現する隠面処理回路のブロック図である。本隠面処理回路15は、ポリゴンリスト、オブジェクトリスト、Zバッファ適用領域リスト等を記憶するメモリ10と、表示画像データを記憶するフレームメモリ11と、1画面分のZ座標値を記憶するZバッファ12とを持つ。さらに、隠面処理部20には、代表値算出部21、Zバッファ適用領域抽出部22、オブジェクトソート部23、画素補間部24、Zバッファ適用領域判定部25、及びZ座標値比較部26を持つ。更に、隠面処理部20と各メモリ10、11、12との間でデータのやり取りをするためのデータバスライン13を持つ。また、隠面処理部20の動作を制御する制御部14を持つ。

【0027】以下、図2のブロック図を参照しながら説明を行う。まず、入力されるオブジェクトのデータ（ポリゴンリスト）がメモリ10に記憶される。オブジェクトのデータの内容は、オブジェクト番号、オブジェクトを構成するポリゴン番号と、各ポリゴンの頂点座標（X、Y、Z座標）、頂点におけるRGBの色輝度情報等である（図6（c）ポリゴンリスト参照）。

【0028】次に、代表値算出部21はポリゴンリストを、データバスライン13を介してメモリ10から読み出し、オブジェクトを代表するX、Y、Z座標を求める。本実施例では、オブジェクトを構成する全ポリゴンの全頂点座標からX、Y、Z座標の最小値、最大値を求め、これを代表値とする。ここで、オブジェクトの代表値として求めたX座標の最小値、最大値をそれぞれ x_{min} 、 x_{max} 、Y座標の最小値、最大値をそれぞれ y_{min} 、 y_{max} 、Z座標の最小値、最大値をそれぞれ z_{min} 、 z_{max} とする。

【0029】図3に、3次元空間におけるオブジェクトとその代表値との関係を示す。 $X=x_{min}$ を通るYZ平面に平行な平面、 $X=x_{max}$ を通るYZ平面に平行な平面、 $Y=y_{min}$ を通るXZ平面に平行な平面、 $Y=y_{max}$ を通るXZ平面に平行な平面、 $Z=z_{min}$ を通るXY平面に平行な平面、 $Z=z_{max}$ を通るXY平面に平行な平面の6平面を面として持つ直方体30は、すべての面がXY平面、YZ平面、XZ平面のいずれかに平行な、オブジェクト31を包含する最小の直方体となる。すなわち、 x_{min} 、 x_{max} 、 y_{min} 、 y_{max} 、 z_{min} 、 z_{max} を求めることは、オブジェクト31を包含する直方体30の位置を確定すること

に等しい。画面内に存在する全てのオブジェクトについて、同様にそのオブジェクトを含む直方体の位置を求める。なお、これらの最小値と最大値（ x_{min} 、 x_{max} 、 y_{min} 、 y_{max} 、 z_{min} 、 z_{max} ）のことを以下直方体のパラメータとよぶ。

【0030】次に、Zバッファ適用領域抽出部22では、上記直方体のパラメータを用いて直方体間の位置関係を確定し、以後の処理に使用するリストを作成する。二つの直方体間の位置関係は、（1）3次元空間で重なりを持つ場合と、（2）3次元空間で重なりを持たない場合、の二通りに分類される。

【0031】（1）の場合、直方体に含まれるオブジェクト同士が3次元空間で重なりを有する可能性があるため、直方体の重なり部分のXY平面における投影面に対し、Zバッファ12を用いてZバッファ法による隠面処理を行う。

【0032】（2）の場合は、視点から遠い方のオブジェクトを先にフレームメモリ11に描画した後、手前のオブジェクトをフレームメモリ11に描画することにより、すなわち上書きすることにより隠面処理を行う。ただし、ここで、オブジェクトの描画とは、オブジェクトを構成する三角形ポリゴンのうち、面が視点に対して表向きの有効なポリゴン（すなわち、視点から見える面）を描画することを意味する。視点に対して面が裏向きのポリゴン（すなわち、視点から見えない面）は描画されない。

【0033】直方体間の位置関係の確定は、次のように行われる。一例として、図4にオブジェクト1とオブジェクト2をそれぞれ包含する直方体同士の位置関係を示し、この重なりを調べる手順を説明する。なお、図4（a）はXY平面における重なりを、（b）はYZ平面における重なりを示している。

【0034】まず、オブジェクト1、オブジェクト2を包含する直方体を、それぞれ直方体1、直方体2とする。また、直方体1の x_{min} 、 x_{max} をそれぞれ x_{min1} 、 x_{max1} とする。同様に直方体2の x_{min} 、 x_{max} をそれぞれ x_{min2} 、 x_{max2} とする。このとき、直方体1と直方体2がX方向で重なりを持たない条件は、 $x_{max1} < x_{min2}$ または $x_{max2} < x_{min1}$ である。したがって、この条件を満たすときにはX方向で重なりが存在しない。この条件を満たさないときは、X方向で重なりが存在するかもしれないといえる。

【0035】同様にY方向、Z方向についても直方体のパラメータを用いて重なりの有無を調べる。X、Y、Zの全3方向において重なりが存在するときには、上記（1）の「3次元空間で重なりを持つ場合」に分類でき、X、Y、Zの全3方向のうち少なくとも1方向で重なりが存在しないときには、上記（2）の「3次元空間で重なりを持たない場合」に分類できる。

【0036】上述したように直方体間の位置関係を分類した結果、(1)の「3次元空間で重なりを持つ場合」に分類された場合は、XY平面における重なり領域をZバッファ適用領域Zbとし、領域を規定するパラメータを求める。このパラメータのことを領域パラメータと呼ぶことにする。領域パラメータは、Zバッファ適用領域Zbの4辺を規定する二つのX座標と二つのY座標である。図4に示した例では、 $X = x_{min2}$ 、 x_{max1} と $Y = y_{min1}$ 、 y_{max2} である。

【0037】3次元空間にオブジェクトが3個以上存在する場合には、各オブジェクトを包含する直方体の全ての組み合わせについて、上記の手順で位置関係を分類し、Zバッファ適用領域Zbを求める。

【0038】上記(1)に分類された場合は、直方体の領域のうちZバッファ適用領域Zbの部分に対してZバッファ法を用いた隠面処理を行う。Zバッファ適用領域Zb以外の部分については、Zバッファ法が不要な領域であるため、視点から遠い順に直方体内のポリゴンを描画し、上書きによる隠面処理を行う。

【0039】上記(2)に分類された直方体の領域は、上記(1)の領域のうちZバッファ適用領域以外の領域と同様に、Zバッファ法が不要な領域なので、上書きによる隠面処理を行う。この上書きによる隠面処理のため、オブジェクトソート部23では直方体を処理の順番に並べるソート処理を行い、全ての直方体を視点に対して遠い順番で並べる。

【0040】次に、オブジェクトリストとZバッファ適用領域リストの作成手順について説明する。一例として4個のオブジェクト1~4が3次元空間に存在する場合を考える。図5に、オブジェクト1~4をそれぞれ包含する直方体1~4の位置関係を示す。なお、図5において、(a)はXY平面、(b)はYZ平面での重なりをそれぞれ示す。また、この場合のオブジェクトリスト、Zバッファ適用リストを図6に示す。直方体間の位置関係の確定処理は、次の6通りの直方体の組み合わせについて行う。6通りの組み合わせとは、すなわち、直方体1と直方体2~4との組み合わせ、直方体2と直方体3、4との組み合わせ、直方体3と直方体4との組み合わせである。

【0041】Zバッファ適用領域抽出部22による位置関係の確定処理の結果、直方体2と3が上記(1)の「3次元空間で重なりを持つ場合」に分類され、Zバッファ適用領域Zbを共有することがわかる。このZバッファ適用領域ZbをZバッファ適用領域1とし、Zバッファ適用領域リストに領域番号と領域パラメータを記述する(図6(b)参照)。

【0042】また、オブジェクトソート部23では、各直方体の z_{min} (XY平面に平行な視点に近い面のZ座標)により直方体1~4のソート処理を行う。この結果、直方体は視点から遠い順に3、2、4、1となる。

この結果をオブジェクトリストに記述する(図6(a)参照)。オブジェクトリストには、オブジェクトの番号(直方体の番号)と共に、Zバッファ適用領域Zbの有無、Zバッファ適用領域が存在する場合にはその番号を記述する。これらZバッファ適用領域リスト、オブジェクトリストはメモリ10に書き込まれる。

【0043】上述したように、オブジェクトリスト、Zバッファ適用領域リストを作成した後、これらのリストを参照して、描画処理を行う。この処理の概要を以下に説明する。

【0044】まず、オブジェクトリストを1行ずつ読み出し、各行に記述されている番号のオブジェクトの処理を行う。各オブジェクトについて、そのオブジェクトのポリゴンが記述されているポリゴンリストを読み出し、記述されているポリゴン一つずつ処理する。(ここで、ポリゴンリストとは図6(c)に例を示すように、各オブジェクトを構成しているポリゴンについて頂点の座標値、色輝度等が記述してあるリストであり、オブジェクトのデータとして外部から入力されるものである。)画素補間部24では、各ポリゴンについて、ポリゴンの頂点の座標、色輝度からポリゴン内の画素の色輝度を補間する画素補間処理を行い、フレームメモリ11に書き込む。ただし、Zバッファ適用領域Zbを有するオブジェクトを処理する場合、すなわち図1のステップ201でZバッファ適用領域ありの場合には、Zバッファ適用領域判定部25において、処理中の画素のX、Y座標がそのオブジェクトのZバッファ適用領域Zbに含まれるか否かのチェックを行う(図12のステップ211)。すなわち、処理中の画素がZバッファ適用領域外か否かを判定し、「否」の場合(すなわち、Zバッファ適用領域内に含まれる場合)には、図12のステップ212に進み、その画素についてZバッファ12を用いて処理を行う。ただし、Zバッファ12とは、画素のX、Y座標に対するZ座標値を記憶しておくバッファメモリのことである。処理中の画素がZバッファ適用領域外であれば、ステップ213へ進みフレームメモリへ書き込む(上書きする)。

【0045】ステップ212のZバッファ12を用いた処理では、Z座標値比較部26において、Zバッファ12に記憶してあるZ座標値を読み出し、これと処理中の画素のZ座標値を比較し、処理中の画素のZ座標値の方が小さければその画素は可視、大きければ不可視であると判定する。可視と判定した場合には、フレームメモリ11にその画素の色輝度を書き込むと共に、Zバッファ12のZ座標値をその画素のZ座標に更新する。なお、Zバッファ12のZ座標値は初期状態では視点から十分に遠いZ座標にしておく。このステップ211と212またはステップ211と213の処理を、オブジェクト内の全面素に対して行い(ステップ214と215)、全面素終了したら図1のステップ203へ進み、次のオ

プロジェクトがあれば、ステップ201へ進み、無ければ描画処理ルーチン200を終了する。

【0046】以下、図6(a)のオブジェクトリストを用いて描画処理を行う場合を具体例にとり説明する。

【0047】まず、オブジェクトリストの一行目を読み出す。この場合、オブジェクトの番号は3でZバッファ適用領域Zbは1となっているので、オブジェクト3を構成するポリゴンの記述を図6(c)のポリゴンリストから読み出し、画素補間部24でポリゴン毎に画素補間処理を行う。この際に、処理画素のX、Y座標がZバッファ適用領域1内である場合には、Zバッファ12を用いて処理を行う。

【0048】オブジェクト3の処理が終了した時点で、フレームメモリ11には、オブジェクト3のポリゴンの画素データが書き込まれている。また、Zバッファ12のZバッファ適用領域1の部分には、それぞれのX、Y座標値におけるオブジェクト3のポリゴンのZ座標値が書き込まれている。

【0049】次に、オブジェクトリストの2行目に記述されているオブジェクト2に対する処理を行う。オブジェクト2は、オブジェクト3と同様にZバッファ適用領域1を持つ。したがって、オブジェクト2のポリゴン内の画素のうち、Zバッファ適用領域1内に含まれる画素についてはZバッファ12を用いて処理を行う。Zバッファ12のZバッファ適用領域1の部分で、オブジェクト3のポリゴンの画素が存在する部分には、既にオブジェクト3のZ座標値が書き込まれている。そのため、オブジェクト3とオブジェクト2のポリゴンの画素がXY平面で重なっている部分では、Zバッファ12を参照してZ座標値の比較を行うことはオブジェクト2とオブジェクト3のZ座標値比較を行うことに等しい。

【0050】この比較の結果、オブジェクト2の画素の方が視点に近い場合には、フレームメモリ11にオブジェクト2の画素を書き込み、Zバッファ12のZ座標値をオブジェクト2のZ座標値に書き換える。Zバッファ適用領域1に含まれない画素の場合は、Zバッファ12を参照することなしに、フレームメモリ11へ書き込む。オブジェクト2の処理が完了した時点で、フレームメモリ11にはオブジェクト2とオブジェクト3の画素が隠面処理を施された状態で書き込まれていることになる。

【0051】引き続きオブジェクトリストに従い、オブジェクト4、オブジェクト1の処理を順番に行う。オブジェクト4とオブジェクト1はどちらもZバッファ適用領域Zbを持たないので、各オブジェクトを構成するポリゴンの画素を、Zバッファ12を参照することなしにフレームメモリ11に書き込む。

【0052】以上述べたように、オブジェクトリストに従いオブジェクト3、2、4、1の順で処理を行った結果、フレームメモリ11には、オブジェクト1~4の隠

面処理を施したデータが書き込まれる。このフレームメモリ11を読み出して表示することにより所望の表示画像を得ることができる。

【0053】このように、本実施例では、3次元オブジェクトを、そのオブジェクトを含む直方体で代表させ、直方体間の位置関係を調べることによって隠面処理の順番を決めている。このため、従来例のように、ポリゴン単位でソート処理を行う場合に比べ、ソート処理の処理量が少ない。また、Zバッファ法を適用する領域を最小限にできるため、Zバッファ用のメモリに対する書き込み、読み出しの処理量を低減できる。すなわち、Zバッファを用いる領域を必要最小限にでき、Zバッファを用いてのZ座標値比較及び更新処理を低減できる。

【0054】<実施例2>図7は、本発明の隠面処理方法を実現する隠面処理回路の別の構成例を示すブロック図である。本実施例は、Zバッファのサイズが画面のサイズよりも小さい場合に、一つのZバッファを複数の領域に共用する隠面処理方法である。なお、図7において、前記実施例の図2で示した部分と同じ構成部分には、同一の参照符号を付してその詳細な説明は省略する。すなわち、本実施例の構成は、図2で示した隠面処理回路15の隠面処理部20に、Zバッファ適用領域分割部71とポリゴン分割部72を付加している点、およびZバッファのサイズに関する点で前記実施例と相違する。図7に示した隠面処理回路70におけるZバッファ73のサイズは、m画素×n画素である。ただし、ここで画面サイズは、M画素×N画素であり、mとM及びnとNの関係は、 $m < M$ 、 $n < N$ であるとする。すなわち、前記実施例と異なり、本実施例のZバッファ73は、1画面分よりも少ないZ座標値を記憶するメモリ量のZバッファである。

【0055】以下、本実施例の隠面処理方法について説明する。前記実施例と同様に、代表値算出部21において、メモリ10に入力されたオブジェクトデータに基づきオブジェクトを包含する直方体を求める。そして、Zバッファ適用領域抽出部22において直方体間の位置関係を確定し、オブジェクトソート部23ではオブジェクトを視点から遠い順に並べたオブジェクトリストを作成する。また、Zバッファ適用領域抽出部22は、直方体間の位置関係を確定した結果3次元空間で重なりありと分類された場合には、Zバッファ適用領域Zbの領域パラメータを求める。

【0056】更に、Zバッファ適用領域分割部71では、そのZバッファ適用領域ZbをZバッファ73のサイズに含まれるように分割する。ここで、Zバッファ適用領域の分割の一例を図8に示す。図8に示すように、例えばZバッファ適用領域Zbの左上から右上、左下、右下の順番にZバッファ73のサイズを当てはめ、Zバッファ適用領域ZbをZバッファサブ領域S1~S4に分割する。なお、分割する順番は、この順に限るもので

はない。

【0057】次にポリゴン分割部 72 において、これら Zバッファサブ領域 S1～S4 に対して、それぞれの Zバッファサブ領域 S_k (k=正の整数、この例では k=1～4) 内に含まれるポリゴンのデータを抽出する。ここで、図 9 に Zバッファサブ領域 S_k と抽出されるポリゴンとの関係の一例を示す。

【0058】図 9 の例は、Zバッファサブ領域 S_k にポリゴン P1 の一部が含まれている場合である。このとき、Zバッファサブ領域 S_k に含まれている四角形の部分を、ポリゴン P1-1 とポリゴン P1-2 の二つのポリゴンに分割する。ポリゴン P1-1 とポリゴン P1-2 は、Zバッファサブ領域 S_k に全ての頂点が含まれるポリゴンである。Zバッファサブ領域のパラメータは、図 10 (a) に示すような、Zバッファ適用領域番号、Zバッファサブ領域数、サブ領域番号、座標値から構成される Zバッファサブ領域リストに記述される。Zバッファサブ領域に新たに定義されたポリゴンの頂点データと色輝度データは、図 10 (b) に示すような、Zバッファサブ領域番号、サブポリゴン数、サブポリゴン番号、頂点座標から構成されるサブポリゴンリストに記述される。サブポリゴンリストは、一つの Zバッファサブ領域を共有する複数のオブジェクトについてまとめて記述される。すなわち、Zバッファサブ領域内のポリゴンデータの情報は、まとめてサブポリゴンリストに記述されることになる。これらの Zバッファサブ領域リスト、サブポリゴンリストはメモリ 10 に格納される。

【0059】上記リストを作成した後、次のように描画処理を行う。ここで、図 11 に本実施例の隠面処理方法における描画処理フローの概略を示す。前記実施例の図 2 で示した描画処理フローと異なる点は、描画処理ルーチン 200 において、図 1 の Zバッファ法による隠面処理部分 210 が、ステップ 221～ステップ 224 からなる Zバッファ適用領域外処理部分 220 と、Zバッファ適用領域未処理の有無を判定するステップ 230 と、ステップ 241～ステップ 243 からなる Zバッファ適用領域内処理部分 240 とに置き換わっている点である。

【0060】本実施例の描画処理は、前記実施例同様にオブジェクトリストに従って視点から最も遠いオブジェクトから順に描画処理を開始し、オブジェクト毎に処理を行う。

【0061】ステップ 201 において、描画するオブジェクトに Zバッファ適用領域が有るか否かを Zバッファ適用領域判定部 25 で判定し、Zバッファ適用領域が存在するオブジェクトを処理する場合には、ステップ 221 において、Zバッファ適用領域リストを参照し、処理中の画素が Zバッファ適用領域外か否か、すなわち Zバッファ適用領域に含まれるか否かをチェックする。処理中の画素が Zバッファ適用領域外の場合 (Zバッファ適

用領域に含まれない場合) は、ステップ 222 へ進み、Zバッファ適用領域に含まれる場合はステップ 224 へ進み、次の画素に対してステップ 221 からの処理を繰り返す。すなわち、処理中の画素が Zバッファ適用領域に含まれない場合のみ、その画素をフレームメモリ 11 に書き込み、上書きによる隠面処理をする。

【0062】次にステップ 223 へ進み、オブジェクト内にある Zバッファ適用領域外の全画素の隠面処理が終了したかを判定し、未だの場合は次の画素に対してステップ 221 へ戻り同様の処理を繰り返す。Zバッファ適用領域外の全画素の処理が終了した場合は、ステップ 230 へ進む。

【0063】ステップ 230 では、処理中のオブジェクトに Zバッファ適用領域の未処理部分があるかを判定し、未処理部分がある場合には Zバッファ適用領域内処理部分 240 へ進み、無い場合にはステップ 203 へ進む。

【0064】ステップ 203 では描画処理をするオブジェクトの有無を判定し、有りの場合はステップ 204 を経由して次のオブジェクトに対してステップ 201 からの同様の処理を繰り返す。

【0065】Zバッファ適用領域内処理部分 240 の画素の処理は、Zバッファ適用領域外のポリゴンの画素処理とは独立に次の手順で行う。なお、Zバッファ適用領域がある場合には、前述したように Zバッファ適用領域分割部 71 により、その Zバッファ適用領域は Zバッファ 73 のサイズに含まれるように Zバッファサブ領域に分割され、その Zバッファサブ領域のパラメータは Zバッファサブ領域リストに記述されている。そして、ポリゴン分割部 72 により、各 Zバッファサブ領域内に含まれるポリゴンのデータが抽出され、サブポリゴンリストに記述されている。これらのリストは、メモリ 10 に格納されている。

【0066】描画処理は、Zバッファ適用領域内の Zバッファサブ領域 (以下では、単にサブ領域と呼ぶ) 毎に行われる。

【0067】ステップ 241 において、サブ領域の一つを Zバッファ法により隠面処理を行う。ここではまず、Zバッファサブ領域リストを参照し、サブ領域の番号と領域パラメータを求める。次に、サブポリゴンリストを参照してそのサブ領域内に含まれるポリゴンデータを求め、ポリゴン毎に処理を行う。画素補間部 24 により各ポリゴンについて、ポリゴン内の画素を補間し、Zバッファ 73 を用いた隠面処理、すなわち Zバッファ法による隠面処理を行うと共に、フレームメモリ 11 に書き込む。そのサブ領域内の全ポリゴンの処理を終了したら、次のステップ 242 に進み、処理すべき次のサブ領域があるかを判定する。次のサブ領域有りの場合はステップ 243 へ進み、Zバッファ 73 を初期化して、ステップ 241 へ戻り、次のサブ領域について同様の処理を行

う。

【0068】ステップ242の判定で、Zバッファ適用領域内の全サブ領域について処理が終了すれば、処理中のオブジェクトに対するZバッファ適用領域の描画処理は終了となる。従って、ステップ203へ進み、描画処理をする次のオブジェクトの有無を判定し、有りの場合にはステップ204へ進み、更にステップ201へ戻り、次のオブジェクトに対して同様の処理を行う。一方、次のオブジェクト無しと判定した場合には、描画処理を終了する。

【0069】なお、図11のフローチャートでは、ステップ201でZバッファ適用領域有りの場合、Zバッファ適用領域外処理220の後にZバッファ適用領域内処理240を行う場合を示したが、この順序は逆でもかまわない。

【0070】また、本実施例では、オブジェクトリストに記述される順番でオブジェクトの処理を行うが、Zバッファ適用領域に関しては、そのZバッファ適用領域を共有する二つのオブジェクトのうち、オブジェクトリストで先に記述されているオブジェクトの処理の前か後に
20 行う。例えば、前記実施例1の説明で用いた4個のオブジェクトの例（図5参照）では、オブジェクトリストにオブジェクト3、2、4、1の順で記述されている。オブジェクト3と2は、図6（a）に示したように、Zバッファ適用領域1を共有する。この場合の処理の順番は、オブジェクト3のZバッファ適用領域以外の部分、Zバッファ適用領域1、オブジェクト2のZバッファ適用領域以外の部分、オブジェクト4、オブジェクト1の順となる。

【0071】上記したように、本実施例では、処理する
30 オブジェクトがZバッファ適用領域を持つ場合、そのオブジェクトのZバッファ適用領域外とZバッファ適用領域内とで画素の処理が異なる。すなわち、Zバッファ適用領域外の画素はフレームメモリに上書きするが、Zバッファ適用領域内の画素はZバッファサブ領域単位で処理を行う。

【0072】また、各オブジェクトのZバッファ適用領域は一度だけ処理されれば良い。例えば、あるZバッファ適用領域がオブジェクト1とオブジェクト2で共通に参照される場合、オブジェクト1の処理のときにそのZ
40 バッファ適用領域の処理を行えば、オブジェクト2の処理時に、そのZバッファ適用領域は処理しなくてよい。ため、各オブジェクトの処理では、Zバッファ適用領域が未処理の場合のみ、Zバッファサブ領域単位の処理を行えばよい。Zバッファ適用領域が未処理か、処理済かの判定を行うために、例えば、図6（b）に示したZバッファ適用領域リストの項目に、Zバッファ適用領域の処理状態を示す1ビットのフラグを追加し、各Zバッファ適用領域を一度処理した後、そのフラグを立てるなどの方法が可能である。

【0073】本実施例では、Zバッファのメモリ量を一面面分持つことなく少ないZバッファ量で隠面処理を実現できるため、前記実施例の効果に加えて、更に隠面処理回路のメモリ量を低減できるという効果がある。

【0074】なお、実施例1、2で述べた本発明の隠面処理方法及び、この隠面処理方法を適用した隠面処理装置は、3次元オブジェクトのデータ等を格納するメモリ、オブジェクトのZ座標値を記憶するZバッファ、CRTなどのディスプレイ装置に表示する表示データを記憶するフレームメモリを有し、オブジェクトデータ等の
10 画像データを演算処理する演算処理回路等を備えた3次元グラフィックス描画装置や、パーソナルコンピュータ等における演算処理によりグラフィックス画像を作成する装置であれば、画像データの演算処理機能を構成する部分に、ハード的及び/又はソフト的に、図2及び図7のブロック図の隠面処理部20で説明した演算処理機能を持たせることにより実現することができる。

【0075】以上、本発明の好適な実施例について説明したが、本発明は前記実施例に限定されることなく、本
20 発明の精神を逸脱しない範囲内において種々の設計変更をなし得ることは勿論である。

【0076】例えば、上述した二つの実施例では、オブジェクトを代表する値としてオブジェクトを包含する直方体のパラメータを求めるとしたが、代わりに、オブジェクトを構成するポリゴンのうち、面が視点に対して表向きの有効なポリゴンを全て含む最小の直方体のパラメータを求めてもよい。この場合は、直方体のパラメータを求めるための処理量をより低減できる。

【0077】また、上記の説明ではオブジェクトとして
30 3次元凸形状のオブジェクトを仮定して説明した。凹形状のオブジェクトを扱う場合には、そのオブジェクトを凸形状の複数のオブジェクトに分解して処理することにより同様に処理可能である。この場合、分解により生成される複数のオブジェクトを包含する複数の直方体のうち、隣接する直方体同士は3次元空間で重なりを持つ。しかし、隣接する直方体に含まれるオブジェクトは交錯することがないことが明らかである。すなわち、この場合はZバッファが必要でなく、上書きによる隠面処理が可能である。したがって、凹形状のオブジェクトを分解して生成された凸形状のオブジェクトについては、その
40 分解情報を付加することによって、他の場合とは別に扱い、すなわちZバッファ適用領域の除外領域として扱うことにより、処理量を低減することが可能である。

【0078】

【発明の効果】前述した実施例から明らかなように、本発明の隠面処理方法によれば、3次元オブジェクトを、そのオブジェクトを含む直方体で代表させ、オブジェクト同士の位置関係を調べることによって処理の順番を決めるため、ポリゴン単位でソート処理を行う場合に比べ、ソート処理の処理量が少ない。

【0079】また、Zバッファを用いる領域を必要最小限にすることによって、Zバッファを用いてのZ座標値比較および更新の処理を低減できる。この結果、正確な隠面処理を少ない処理量で実行可能な隠面処理方法および装置を提供できる。

【0080】さらに、Zバッファ量が少ない場合にも、Zバッファを複数の領域に共用できるため、メモリ量の少ない隠面処理装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る隠面処理方法の第1の実施例を示す処理フロー図である。

【図2】第1の実施例の隠面処理方法を実現する隠面処理回路のブロック図である。

【図3】本発明に係る隠面処理方法における、3次元空間のオブジェクトとその代表値との関係を示す図である。

【図4】オブジェクトを包含する二つの直方体におけるZバッファ適用領域を説明する図であり、同図(a)はXY平面における重なりを、同図(b)はYZ平面における重なりの一例を示す図である。

【図5】オブジェクトを包含する四つの直方体におけるZバッファ適用領域を説明する図であり、同図(a)はXY平面における重なりを、同図(b)はYZ平面における重なりの一例を示す図である。

【図6】本発明に係る隠面処理方法で用いるリストの一例を示す図であり、同図(a)はオブジェクトリスト、

同図(b)はZバッファ適用領域リスト、同図(c)はポリゴンリストである。

【図7】第2の実施例の隠面処理方法を実現する隠面処理回路のブロック図である。

【図8】第2の実施例におけるZバッファ適用領域の分割の一例を説明する図である。

【図9】第2の実施例におけるポリゴンの分割の一例を説明する図である。

【図10】第2の実施例で用いるサブリストの一例であり、同図(a)はZバッファサブ領域リスト、同図(b)はサブポリゴンリストである。

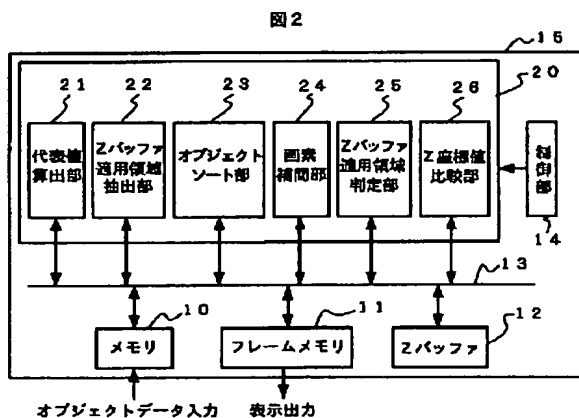
【図11】第2の実施例における隠面処理のフロー図である。

【図12】図1のステップ210を詳細に示したフロー図である。

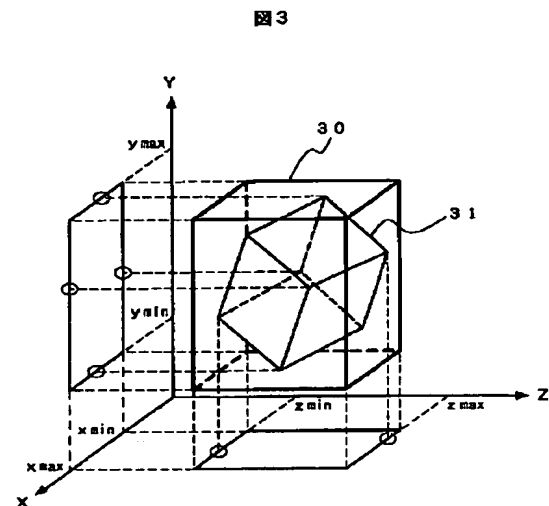
【符号の説明】

10…メモリ、11…フレームメモリ、12…Zバッファ、13…データバスライン、14…制御部、15…隠面処理回路、20…隠面処理部、21…代表値算出部、22…Zバッファ適用領域抽出部、23…オブジェクトソート部、24…画素補間部、25…Zバッファ適用領域判定部、26…Z座標値比較部、30…オブジェクトを包含する直方体、31…オブジェクト、70…隠面処理回路、71…Zバッファ適用領域分割部、72…ポリゴン分割部、73…Zバッファ。

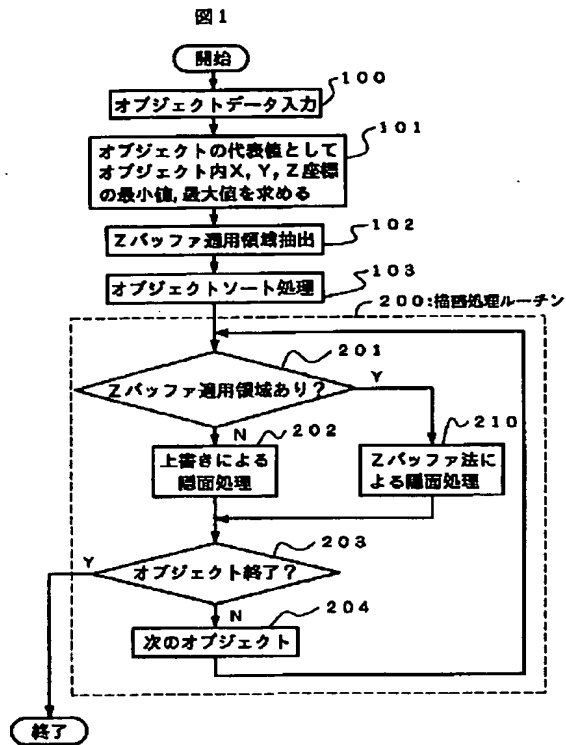
【図2】



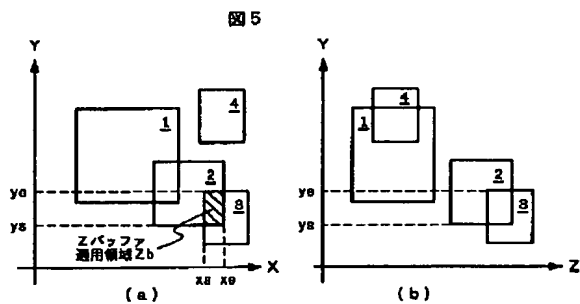
【図3】



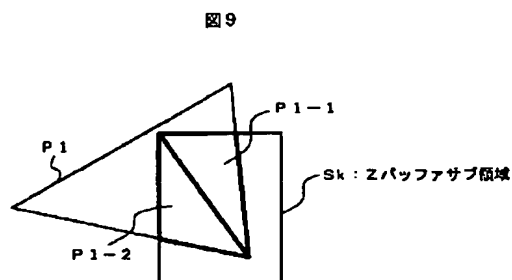
【図 1】



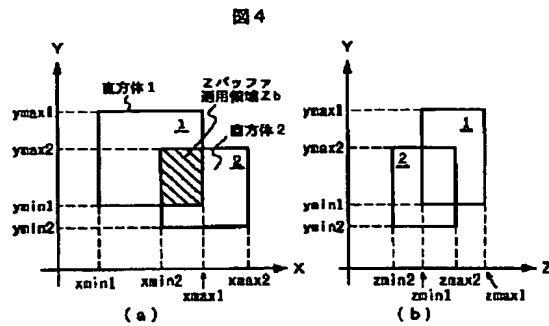
【図 5】



【図 9】



【図 4】



【図 6】

図 6

(a) オブジェクトリスト

オブジェクト番号	Zバッファ適用領域 有無	Zバッファ 適用領域番号
3	1	1
2	1	1
4	0	—
1	0	—

(b) Zバッファ適用領域リスト

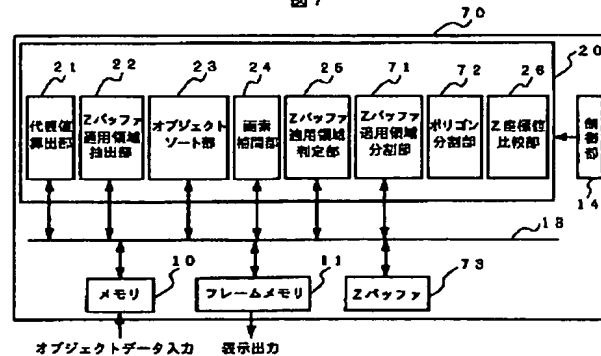
領域 番号	座標値			
	x座標 (左端)	x座標 (右端)	y座標 (左端)	y座標 (右端)
1	x0	x0	y0	y0

(c) ポリゴンリスト

オブジェクト 番号	ポリゴン 数	ポリゴン 番号	頂点座標、 色属性	ポリゴン 番号	頂点座標、 色属性	...
1	NP1	1	(x1, y1, z1, R1, G1, B1) (x2, y2, z2, R2, G2, B2) (x3, y3, z3, R3, G3, B3)	2	(x1, y1, z1, R1, G1, B1) (x2, y2, z2, R2, G2, B2) (x3, y3, z3, R3, G3, B3)	
2	NP2					
3	NP3					
4	NP4					

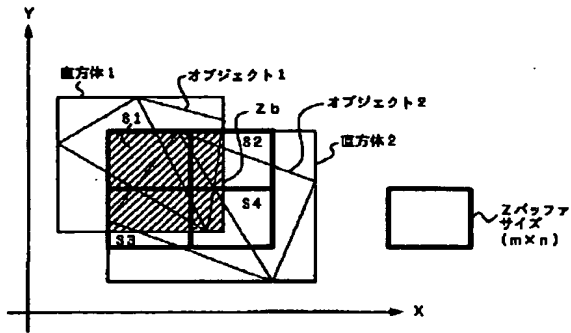
【図 7】

図 7



【図8】

図8



【図10】

図10

(a) Zバッファサブ領域リスト

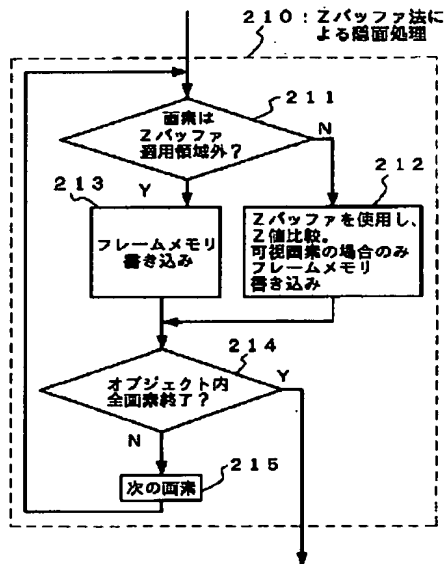
Zバッファ適用領域番号	Zバッファサブ領域数	サブ領域番号	座標値			
			x座標(左端)	x座標(右端)	y座標(上端)	y座標(下端)
1	2	1				
		2				
...				

(b) サブポリゴンリスト

Zバッファサブ領域番号	サブポリゴン数	サブポリゴン番号	頂点座標	サブポリゴン番号	頂点座標	...
1						
2						
...						

【図12】

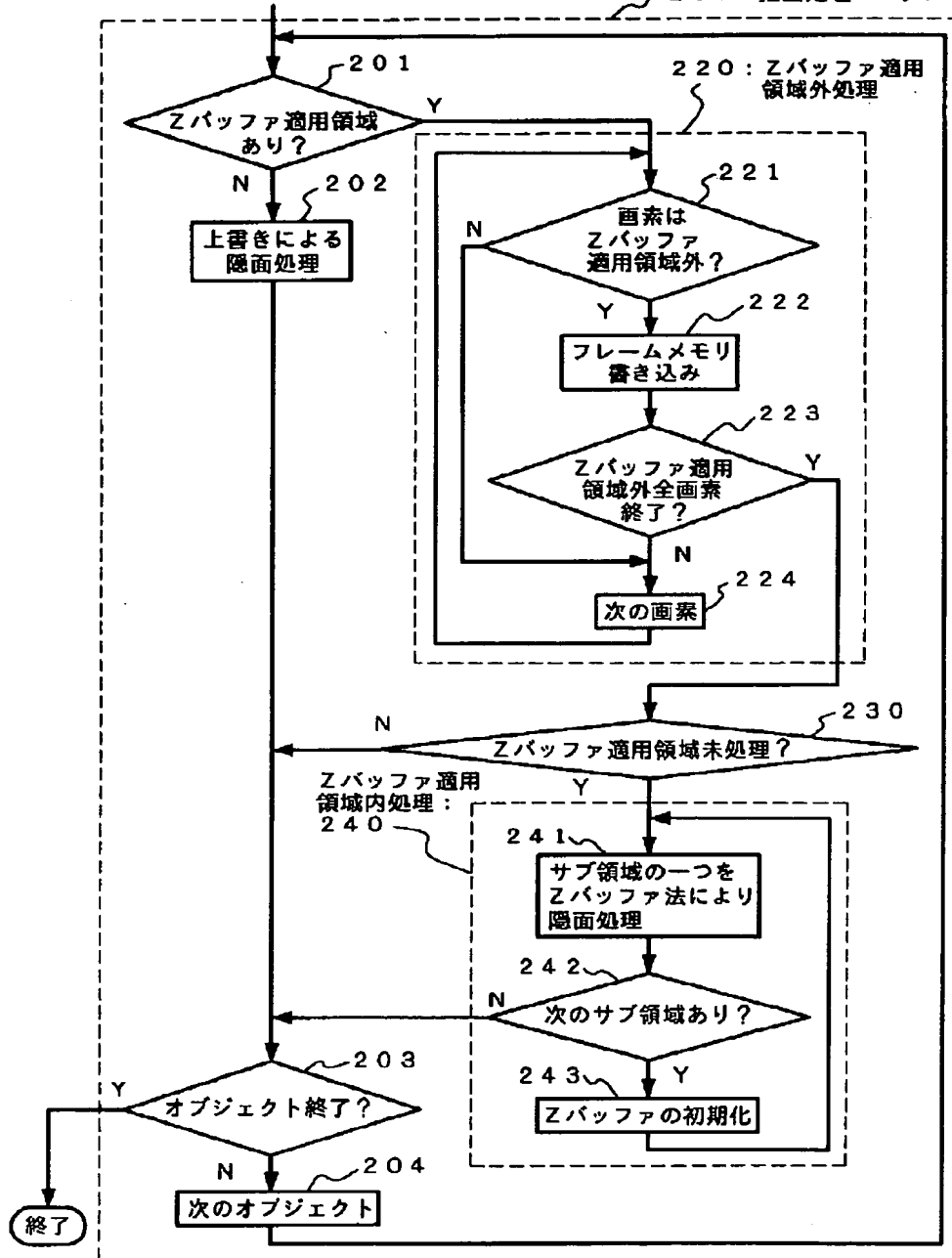
図12



【図11】

図11

200: 描画処理ルーチン



フロントページの続き

(72)発明者 中本 貴士

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所システムLSI開発セン
タ内

Fターム(参考) 5B080 AA13 GA02